

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-122399

(43)Date of publication of application : 12.05.1995

(51)Int.Cl.

H05H 1/46  
 C23C 14/40  
 C23C 16/50  
 C23F 4/00  
 H01L 21/203  
 H01L 21/205  
 H01L 21/3065

(21)Application number : 05-284210

(71)Applicant : TOKYO ELECTRON LTD

(22)Date of filing : 20.10.1993

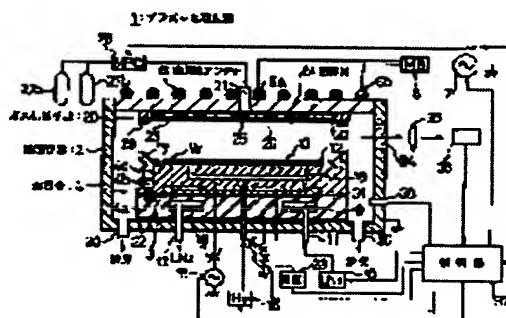
(72)Inventor : ISHII NOBUO

## (54) PLASMA TREATMENT APPARATUS AND ITS CONTROLLING METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve the converging property of plasma flow and improve the precision of feed-back control of treatment by periodically supply high frequency energy to a high frequency antenna set outside of a treatment chamber.

CONSTITUTION: Emission spectrum generated out of a treatment container 2 at the time of, for example, etching is detected by an optical sensor 36 through a transmission window 34. Based on the alteration of the detected results or previously set values, on/off control of high frequency energy to be applied to a high frequency antenna 6 is carried out. Since the alteration of the component with short wave length emitted out of the container 2 through the window 34 is observed and the emission spectrum signal is corrected based on the degree of the deterioration of the transmitting property of the window 34, feed-back control can be done more precisely. The time when the spectrum signal reaches a prescribed value is determined to be the time of finishing the etching and energy supply and treatment gas supply are stopped and plasma treatment operation is finished.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

17.11.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3045444

[Date of registration] 17.03.2000

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right] 08.01.2003

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-122399

(43) 公開日 平成7年(1995)5月12日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 5 H 1/46		M 9014-2G		
C 2 3 C 14/40		8414-4K		
16/50				

H 0 1 L 21/ 302

B

E

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平5-284210

(22) 出願日 平成5年(1993)10月20日

(71) 出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社

東京都港区赤坂5丁目3番6号

(72) 発明者 石井 信雄

東京都新宿区西新宿2丁目3番1号 東京

エレクトロン株式会社内

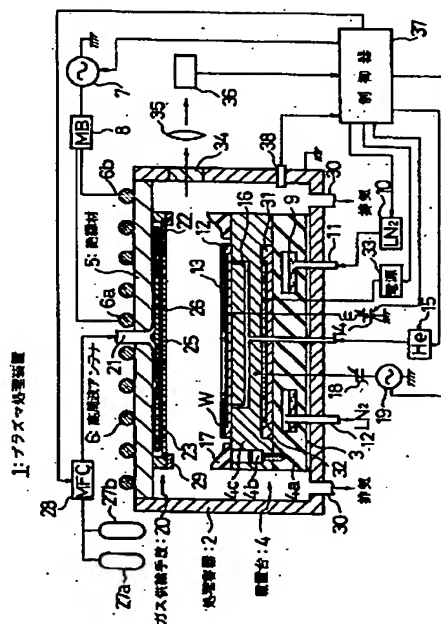
(74) 代理人 弁理士 亀谷 美明 (外1名)

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置およびその制御方法

(57) 【要約】

【目的】 プラズマ処理装置のフィードバック制御の精度を向上する。

【構成】 本発明によれば、処理容器2内の発光スペクトルを観測する観測窓34を介して同時に処理容器内から発せられる短波長成分も観測し、その短波長成分の観測窓の透過性の劣化による発光スペクトルの歪みを補正することができる。このようにして得られた信号に基づいて、高周波アンテナに印加される高周波エネルギーをオンオフ制御することにより、プラズマ流の集中性を促進し、処理の制御精度の向上を図ることができる。



**【特許請求の範囲】**

**【請求項 1】** 処理室の外部に絶縁体を介して配置された高周波アンテナに高周波電力を印加することによりその処理室内に誘導プラズマを励起して、その処理室内に配置された被処理体に所定の処理を施すプラズマ処理装置を制御するにあたり、前記高周波アンテナに対する高周波エネルギーの供給を間歇的に行うことを特徴とする、プラズマ処理装置の制御方法。

**【請求項 2】** 処理室の外部に絶縁体を介して配置された高周波アンテナに高周波電力を印加することによりその処理室内に誘導プラズマを励起して、その処理室内に配置された被処理体に所定の処理を施すプラズマ処理装置を制御するにあたり、前記処理室内に存在するガスの発光スペクトルを観測窓を介して観測するとともに、前記処理室から発せられる短波長成分を前記観測窓を介して観測し、前記発光スペクトルに応じて前記処理装置を制御する制御信号を、その短波長光の変化に応じて補正するための補正手段を設けたことを特徴とする、プラズマ処理装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【産業上の利用分野】** 本発明はプラズマ処理装置およびその制御方法に関する。

**【0002】**

**【従来の技術】** 従来より、被処理体、例えば半導体ウェハなどを処理室内においてプラズマ処理するための装置として、高周波（RF）を用いた平行平板形のプラズマ処理装置が広く採用されている。処理室内に平行平板型の 2 枚の電極が配置された反応性イオンエッチング（RIE）装置を例にとってみると、いずれか一方の電極又は両方の電極に高周波を印加することにより、両電極間にプラズマを発生させ、このプラズマと被処理体との間の自己バイアス電位差により、被処理体の処理面にプラズマ流を入射させ、エッチング処理を行うように構成されている。

**【0003】** しかしながら、上記の平行平板型プラズマ処理装置の如き従来型のプラズマ処理装置では、半導体ウェハの超高集積化に伴い要求されるようなサブミクロン単位、さらにサブハーフミクロン単位の超微細加工を実施することは困難である。すなわち、かかるプロセスをプラズマ処理装置により実施するためには、低圧雰囲気において、高密度のプラズマを高い精度で制御することが重要であり、しかも、そのプラズマは大口径ウェハにも対応できる大面積で高均一なものであることが必要である。また電極を用いたプラズマ処理装置では、プラズマ発生時に電極自体が重金属汚染の発生源となってしまう、特に超微細加工が要求される場合には問題となっていた。

**【0004】** このような技術的要求に対して、新しいプ

ラズマソースを確立するべく、これまでに多くのアプローチが様々な角度からなされてきており、たとえば欧州特許公開明細書第 3 798 28 号には、高周波アンテナを用いる高周波誘導プラズマ発生装置が開示されている。この高周波誘導プラズマ発生装置は、ウェハ載置台と対向する処理室の一面を石英ガラスなどの絶縁体で構成して、その外壁面にたとえば渦巻きコイルからなる高周波アンテナを取り付け、この高周波アンテナに高周波電力を印加することにより処理室内に高周波電磁場を形成し、この電磁場空間内を流れる電子を処理ガスの中性粒子に衝突させ、ガスを電離させ、プラズマを生成するように構成されている。

**【0005】**

**【発明が解決しようとする課題】** ところで上記のように構成された高周波誘導プラズマ方式の処理装置を使用する場合には、高密度かつ均一なプラズマを高い精度で制御する必要があるが、未だ安定的にかつ高い精度で発生プラズマを制御する技術は確立されておらず、上記処理装置を生産ラインで採用するには、かかる制御技術の開発が急務の課題となっている。

**【0006】** また処理容器内に生成するプラズマから発生する発光スペクトルを処理容器に設けられた観測窓を通して観測し、その発光スペクトルに含まれる各成分の発光強度比を制御信号として、各機器構成をフィードバック制御する方法が知られているが、処理時にはプラズマに含まれる活性種が被処理体の処理面のみならず観測窓にも衝突し、場合によっては観測窓自体の透過性を悪化させ、透過窓を通して観測される発光スペクトルが実際値と異なり、歪んだ信号値によって正確なフィードバック制御ができないことがあり、問題となっていた。

**【0007】** 本発明は従来のプラズマ処理装置の有する上記のような問題点を鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、高密度かつ高均一のプラズマを処理容器内で高い精度で制御するための新規かつ改良されたプラズマ処理装置の制御方法を提供することである。

**【0008】** さらに本発明の別の目的は、処理容器内のプラズマから生じる発光スペクトルを観測窓を介して観測し、その発光スペクトルに含まれる各成分の発光強度比に応じて処理装置をフィードバック制御する際に、観測窓自体の透過性がプラズマ流により悪化した場合であっても、正確なフィードバック制御をあるいは観測窓のメンテナンスを実施することが可能な新規かつ改良されたプラズマ処理装置を提供することである。

**【0009】**

**【課題を解決するための手段】** 上記課題を解決するために、本発明の第 1 の観点によれば、処理室の外部に絶縁体を介して配置された高周波アンテナに高周波電力を印加することによりその処理室内に誘導プラズマを励起して、その処理室内に配置された被処理体に所定の処理を施すプラズマ処理装置を制御するにあたり、高周波アン

テナに対する高周波エネルギーの供給を間歇的に行うことを特徴とする、プラズマ処理装置の制御方法が提供される。

【0010】また本発明の第2の観点によれば、処理室の外部に絶縁体を介して配置された高周波アンテナに高周波電力を印加することによりその処理室内に誘導プラズマを励起して、その処理室内に配置された被処理体に所定の処理を施すプラズマ処理装置を制御するにあたり、処理室内に存在するガスの発光スペクトルを観測窓を介して観測するとともに、その処理室から発せられる短波長成分、たとえば100nmないし1000nm、好ましくは200nm程度の成分を観測窓を介して観測し、発光スペクトルに応じて処理装置を制御する制御信号を、その短波長光の変化に応じて補正するための補正手段を設けたことを特徴とする、プラズマ処理装置が提供される。

#### 【0011】

【作用】従来のプラズマ処理装置の制御方法においては、処理容器内にプラズマを生成する際に、高周波アンテナに対して高周波エネルギーを連続的に供給し、連続的にプラズマを励起していたが、本発明者の知見によれば、このように高周波エネルギーを連続的に供給した場合には、プラズマの活性種が活性化し過ぎ、たとえばエッチングを行う場合にはエッチング成分が拡散し、かえってエッチング効率が落ちることが判明した。かかる点に鑑み、本発明によれば、高周波アンテナに高周波エネルギーを間歇的に供給するので、処理容器内のプラズマが適度に活性化され最適な処理環境を構築することが可能である。なお高周波エネルギーを間歇的に供給する時間間隔については、必要な処理環境時に応じて実験的に設定したり、あるいは各種センサから送られるフィードバック信号に応じて行うことが可能である。また、高周波エネルギーの供給停止時に処理容器内の排気量を加減することにより、反応生成物の排気を促進することができる。

【0012】一般に、処理容器内から生じる発光スペクトルを観測窓を介して観測し、処理容器内の状態を観測することが行われているが、処理容器内でプラズマ処理を行った場合には、観測窓についてもプラズマ時にスパッタされたり、あるいはガス成分が付着するなどして、その透過性が劣化し、処理容器内から生じる発光スペクトルが劣化した観測窓で濾波され、観測される信号に歪みが生じ、処理容器内の状態を正確に把握できない場合がある。しかしながら、本発明によれば、同じ観測窓から、観測窓の透過性劣化の影響を受けやすい短波長成分、たとえば100nmないし1000nm、好ましくは200nm程度の成分が観測され、透過される短波長成分の変化により観測窓の劣化の程度を知ることが可能である。そして、この短波長成分の変化に応じて観測される発光スペクトル信号に対して補正を加えたり、必要に応じては観測窓の交換などのメンテナンスを施すこと

が可能である。

#### 【0013】

【実施例】以下に添付図面を参照しながら本発明に基づいて構成されたプラズマ処理装置をエッチング装置に適用した好適な実施例について詳細に説明する。

【0014】図1に示すプラズマエッチング装置1は、導電性材料、たとえばアルミニウムなどからなる円筒あるいは矩形状に成形された処理容器2を有しており、この処理容器2の底部にはセラミックなどの絶縁板3を介して、被処理体、たとえば半導体ウェハWを載置するための略円柱状の載置台4が収容されている。また載置台4の載置面とほぼ対向する処理容器の頂部は絶縁材5、たとえば石英ガラスやセラミックからなり、その絶縁材5の外壁面に導体、たとえば銅板、アルミニウム、ステンレスなどを渦巻きコイル状に形成した高周波アンテナ6が配置されている。この高周波アンテナ6の両端子（内側端子6aおよび外側端子6b）間には、プラズマ生成用の高周波電源7よりマッチング回路8を介して、たとえば13.56MHzの高周波エネルギーを印加することが可能のように構成されている。

【0015】半導体ウェハなどの被処理体Wを載置するための載置台4は、アルミニウムなどにより円柱状に成形されたサセプタ支持台4aと、この上にボルト4bなどにより着脱自在に設けられたアルミニウムなどよりなるサセプタ4cとから主に構成されている。このようにサセプタ4cを着脱自在に構成することにより、メンテナンスなどを容易に実施することができる。

【0016】上記サセプタ支持台4aには、冷却手段、たとえば冷却ジャケット9が設けられており、このジャケット9にはたとえば液体窒素などの冷媒が冷媒源10より冷媒導入管11を介して導入される。さらにジャケット内を循環し熱交換作用により気化した液体窒素は冷媒排出管12より容器外へ排出される。かかる構成により、たとえば-196℃の液体窒素の冷熱が冷却ジャケット9からサセプタ4cを介して半導体ウェハWにまで伝熱され、その処理面を所望する温度まで冷却することが可能である。

【0017】また略円柱形状に成形された上記サセプタ4c上面のウェハ載置部には、静電チャック12がウェハ面積と略同面積で形成されている。この静電チャック12は、例えば2枚の高分子ポリイミドフィルム間に銅箔などの導電膜13を絶縁状態で挟み込むことにより形成され、この導電膜13はリード線により可変直流高圧電源14に接続されている。したがってこの導電膜13に高電圧を印加することによって、上記静電チャック12の上面に半導体ウェハWをクーロン力により吸着保持することが可能のように構成されている。

【0018】上記サセプタ支持台4aおよびサセプタ4cには、これらを通してHeなどの熱伝達ガス（バッククーリングガス）をガス源15から半導体ウェハWの

裏面やサセプタ 4 c を構成する各部材の接合部などに供給するためのガス通路 1 6 が形成されている。また上記サセプタ 4 c の上端周縁部には、半導体ウェハ W を囲むように環状のフォーカスリング 1 7 が配置されている。このフォーカスリング 1 7 は反応性イオンを引き寄せない高抵抗体、たとえばセラミックや石英ガラスなどからなり、反応性イオンを内側の半導体ウェハ W にだけ効果的に入射せしめるように作用する。

【0019】さらに上記サセプタ 4 c には、マッチング用コンデンサ 1 8 を介して高周波電源 1 9 が接続されており、処理時にはたとえば 2 MHz の高周波電力をサセプタ 4 c に印加することにより、プラズマとの間にバイアス電位を生じさせプラズマ流を被処理体の処理面に効果的に照射させることが可能である。上記サセプタ 4 c の上方には、石英ガラスまたはセラミックスなどからなるガス供給手段 2 0 が配置されている。このガス供給手段 2 0 は、上記サセプタ 4 c の載置面と略同面積の中空円板形状をしており、その上部には上記絶縁材 5 の略中央を貫通してガス供給手段 2 0 の中空部に連通するガス供給管 2 1 が取り付けられている。ガス供給手段 2 0 の下面 2 2 には多数の小孔 2 3 が穿設されており、エッチングガスを下方の処理空間に均一に吹き出すように構成されている。また上記ガス供給手段 2 0 の中空部には、中央部にガス供給管 2 1 に向かって突出する突起部 2 5 が設けられたバッファ円板 2 6 が設けられており、ガス源 2 7 a、2 7 b よりマスフローコントローラ 2 8 を介して供給されるエッチングガスの混合を促進するとともに、より均一な流量で処理室内にガスが吹き出すように構成されている。さらにまた、上記ガス供給手段 2 0 の下面 2 2 の周囲にはガスを被処理体の処理面に集中させるように作用する環状突起 2 9 が下方に向けて取り付けられている。

【0020】また、上記処理容器 2 の底部壁には排気管 3 0 が接続されて、この処理容器 2 内の雰囲気を図示しない排気ポンプにより排出し得るように構成されるとともに、中央部側壁には図示しないゲートバルブが設けられており、このゲートバルブを介して半導体ウェハ W の搬入搬出を行うように構成されている。

【0021】さらに、上記静電チャック 1 2 と冷却ジャケット 9 との間のサセプタ下部にはヒータ固定台 3 1 に収容された温調用ヒータ 3 2 が設けられており、この温調用ヒータ 3 2 へ電力源 3 3 より供給される電力を調整することにより、上記冷却ジャケット 9 からの冷熱の伝導を制御して、半導体ウェハ W の被処理面の温度調節を行うことができるように構成されている。

【0022】次に、上記のように構成された処理装置の制御系の構成について説明する。上記処理容器 2 の一方の側壁には石英ガラスなどの透明な材料から構成される透過窓 3 4 が取り付けられており、処理室内の発光スペクトルおよび短波長成分を光学系 3 5 を介して発光ス

クトルを検出する光学センサ 3 6 a および短波長成分を検出する短波長センサ 3 6 b に送り、処理室内から発生する発光スペクトルに関する信号および短波長成分に関する信号をそれぞれ制御器 3 7 に送ることができるように構成されている。また上記処理容器 2 には処理室内の圧力などを検出するためのセンサ 3 8 が取り付けられており、処理室内の圧力などに関する信号を制御器 3 7 に送ることができるように構成されている。制御器 3 7 は、これらのセンサからのフィードバック信号あるいは予め設定された設定値に基づいて、制御信号を、プラズマ発生用高周波電源 7、バイアス用高周波電源 1 5、冷媒源 1 0、温調用電源 3 3、バッククーリング用ガス源 1 5、処理ガス用マスフローコントローラ 2 8 などに送り、プラズマ処理装置の動作環境を最適に調整することが可能である。

【0023】次に、上記のような制御系に対して本発明に基づいて構成されたプラズマエッチング装置の制御方法を適用した実施例について説明する。

【0024】まず本発明の第 1 の観点によれば、発光スペクトル信号などに応じてあるいは予め設定された値に応じて高周波アンテナに対して高周波エネルギーがオンオフ制御されて間歇的に供給される。このように間歇的にプラズマを発生させることにより、プラズマの活性種の拡散を防止し、プラズマ流を被処理体の処理面に集中させることが可能となるので、エッチング効率を高めることが可能である。またプラズマ停止中には反応生成物の排気が促進されるので、さらにエッチングレートを高めることが可能である。また必要に応じて、プラズマ停止中に排気量を加減調整する構成とすることも可能である。

【0025】また、プラズマ処理時に処理容器内から発生される発光スペクトルが石英ガラスなどからなる観測窓 3 4 から分光器などを含む光学系 3 5 を介して光学センサ 3 6 により観測され、その発光スペクトルの変化に応じて、たとえば高周波アンテナに供給される高周波エネルギーのオンオフ制御などが行われる。しかしながら、プラズマ処理時にはプラズマ流の一部が観測窓 3 4 にも衝突するので、観測窓 3 4 自体をエッチングされたり、あるいはガス成分が付着するなどして、その透過性が劣化する場合がある。かかる場合には、処理容器内で発生した発光スペクトルの観測窓 3 4 の通過が妨げられるため、正確な信号を得ることができず、かかる歪んだ信号に基づいて装置をフィードバック制御した場合には、誤動作と同様に正確な処理を行うことができない。

【0026】そこで本発明の第 2 の観点によれば、発光スペクトルを観測する観測窓 3 4 と同じ観測窓 3 4 を介して、同時に処理室内から生じる短波長成分たとえば 100 nm ないし 1000 nm、好ましくは 200 nm 程度の成分についても観測を行う。このような短波長成分は観測窓 3 4 の透過性の劣化に対する感度が高く、した

10

20

30

40

50

がって観測窓 34 を介して送られてくる短波長成分の変化を短波長センサ 36b にて観測することにより、観測窓 34 の透過性の劣化を把握することが可能である。そこでこの劣化の程度に応じて、上記光学センサ 36a により検出された発光スペクトルに関する信号に補正を加えることにより正確なフィードバック制御を行うことが可能である。また、短波長成分の観測の結果、観測窓 34 の劣化の程度が甚だしい場合には、観測窓 34 自体を交換するなどのメンテナンスを実施することができる。

【0027】次に、図 2 に基づいて、上記プラズマエッチング装置の製造工程における構成について説明する。なお、すでに説明したプラズマエッチング装置の同じ構成については同一番号を付することによりその詳細な説明は省略する。

【0028】図示のように、本発明を適用可能な高周波誘導プラズマ処理装置 1 の処理容器 2 の一方の側壁には、開閉自在に設けられたゲートバルブ 39 を介して隣接するロードロック室 40 が接続されている。このロードロック室 40 には、搬送装置 41、たとえばアルミニウム製のアームを導電性テフロンによりコーティングして静電対策が施された搬送アームが設けられている。また上記ロードロック室 40 には、底面に設けられた排気口より排気管 42 が接続され、真空排気弁 43 を介して真空ポンプ 44 により真空引きが可能ないように構成されている。

【0029】上記ロードロック室 40 の側壁には、開閉自在に設けられたゲートバルブ 45 を介して隣接するカセット室 46 が接続されている。このカセット室 46 には、カセット 47 を載置する載置台 48 が設けられており、このカセット 47 は、たとえば被処理体である半導体ウェハ W 25 枚を 1 つのロットとして収納することができるように構成されている。また上記カセット室 46 には、底面に設けられた排気口より排気管 49 が接続され、真空排気弁 50 を介して真空ポンプ 44 により室内を真空引きが可能ないように構成されている。また上記カセット室 46 の他方の側壁は、開閉自在に設けられたゲートバルブ 51 を介して大気に接するように構成されている。

【0030】次に上記のように構成されたプラズマ処理装置 1 の動作について簡単に説明する。まず、大気との間に設けられたゲートバルブ 51 を開口して、被処理体 W を収納したカセット 47 が図示しない搬送ロボットにより、カセット室 46 の載置台 48 の上に載置され、上記ゲートバルブ 51 が閉口する。上記カセット室 46 に接続された真空排気弁 50 が開口して、真空ポンプ 44 により上記カセット室 46 が真空雰囲気、たとえば  $10^{-1}$  Torr に排気される。

【0031】ついで、ロードロック室 40 とカセット室 46 の間のゲートバルブ 45 が開口して、搬送アーム 41 により被処理体 W が上記カセット室 46 に載置された

カセット 47 より取り出され、保持されて上記ロードロック室 40 へ搬送され、上記ゲートバルブ 45 が閉口する。上記ロードロック室 40 に接続された真空排気弁 43 が開口して、真空ポンプ 44 により上記ロードロック室 40 が真空雰囲気、たとえば  $10^{-3}$  Torr に排気される。

【0032】ついで、ロードロック室 40 と処理容器 2 との間のゲートバルブ 39 が開口して、上記搬送アーム 41 により被処理体 W が上記処理容器 2 へ搬送され、サセプタ 4c 上の図示しないプッシャーピンに受け渡され、上記搬送アーム 41 がロードロック室 40 に戻った後、ゲートバルブ 39 が閉口する。その後、静電チャック 12 に高圧直流電圧を印加し、プッシャーピンを下げ被処理体 W を静電チャック 12 上に載置することにより半導体ウェハ W がサセプタ 4c 上に載置固定される。この間上記処理容器 2 内は、真空排気弁 52 を開口することにより、真空ポンプ 44 を介して真空雰囲気、たとえば  $10^{-5}$  Torr に排気されている。

【0033】さらに、半導体ウェハ W の裏面および載置台 4 の各接合部に伝熱用のバックウリング用ガスを供給しながら、冷却ジャケット 9 から冷熱を供給し、半導体ウェハ W の処理面を所望の温度にまで冷却する。しかる後、ガス供給手段 20 を介して  $\text{CHF}_3$  などの処理ガスを処理容器 2 内に導入し、本発明に基づいてダミーウェハを用いて予め求められた最適なエッチング速度を得るために最適な圧力雰囲気に到達したことが圧力センサ 38 により検出された後、高周波電源 7 からマッチング回路 8 を介して高周波アンテナに、たとえば 13.56 MHz の高周波電力が印加されることにより処理容器 2 内にプラズマを励起し、さらに載置台 4 にバイアス電位をかけることにより、被処理体 W に対してたとえばエッチングなどのプラズマ処理が施される。その際に、本発明によれば処理室内の内壁の温度を  $50^\circ\text{C} \sim 100^\circ\text{C}$ 、好ましくは  $60^\circ\text{C} \sim 80^\circ\text{C}$  に加熱することにより反応生成物が内壁に付着するのを防止することができる。

【0034】さらに本発明によれば、エッチング時に処理容器 2 内から発生する発光スペクトルは透過窓 34 を介して、光学センサ 36 により検出されており、観測された発光スペクトルの変化に応じてあるいは予め設定された値に基づいて、たとえば高周波アンテナに印加される高周波エネルギーがオンオフ制御される。またその際本発明によれば、同じ透過窓 34 を介して処理容器内から発生する短波長成分の変化が観測され、透過窓 34 の透過性の劣化の程度に応じて上記発光スペクトル信号が補正されるので、より正確なフィードバック制御を行うことができる。このようにして、検出される発光スペクトルが所定値に到達した場合には、エッチングが終了したと判断され、高周波エネルギーの印加が停止されるとともに処理ガスの供給も停止され、プラズマ処理動作が終了する。

【0035】について、上記処理容器2内の処理ガスや反応生成物を置換するために、窒素などの不活性ガスを上記処理容器2内に導入するとともに、真空ポンプ44による排気が行われる。上記処理容器2内の残留処理ガスや反応生成物が十分に排気された後に、上記処理容器2の側面に設けられたゲートバルブ39が開口され、隣接するロードロック室40より搬送アーム41が処理容器2内の被処理体Wの位置まで移動し、プッシャーピンにより載置台4から持ち上げられた被処理体Wを受け取り、上記ロードロック室40に搬送し、上記ゲートバルブ39を閉口する。このロードロック室40において、被処理体Wはヒータにより室温、たとえば18℃まで昇温され、その後上記ロードロック室40よりカセット室46を介して大気に搬出されることにより一連の動作を終了する。

【0036】なお図1に示す実施例においては、図3に示すように渦巻きコイルの内側端6aおよび外側端6bの間に高周波電源7およびマッチング回路8を接続しているが、本発明はかかる構成に限定されない。たとえば図4に示すように、渦巻きコイルの外側端6bにのみ高周波電源7およびマッチング回路8を接続する構成を採用することも可能である。かかる構成により、より低圧雰囲気であっても、良好な高周波誘導プラズマを処理容器2内に発生させることが可能となる。

【0037】次に図5ないし図14を参照しながら、処理容器2内に高周波アンテナ6を介して励起されるプラズマの状態を最適に制御するための様々な装置構成に関する実施例について説明する。なお本明細書に添付される各図面において、同一の機能を有する構成要素については同一の参照番号を付することにより詳細な説明は省略することにする。

【0038】図5には、絶縁材5の外壁面に取り付けられる高周波アンテナ6の他の実施例が示されている。この実施例においては、渦巻きコイルからなる高周波アンテナ6の一部6cが2重巻きにされ、その重複部分6bおよび6cからより強い電磁場を形成することが可能のように構成されている。このように渦巻きコイルの巻き数を部分的に可変にすることにより、処理容器2内に励起されるプラズマの密度分布を調整することができる。なお図示の例では、高周波アンテナ6の重複部分を外周部分に設定したが、重複部分は必要なプラズマの密度分布に応じて高周波アンテナ6の任意の部分に設定することが可能である。また図示の例では、高周波アンテナ6の重複部分を単に2重巻きに構成したが、必要なプラズマの密度分布に応じて任意の巻き数に設定することが可能である。

【0039】図6には、処理容器2の内部に、載置台4を囲むように同間隔で放射状にたとえばアルミニウム製の第2の電極53a、53bを配置した実施例が示されている。これらの電極53a、53bにはそれぞれマッ

チング回路54a、54bを介して高周波電源55a、55bが接続されている。かかる構成により、載置台4に印加されるバイアス用高周波エネルギーに加えて、被処理体Wの被処理面を半径方向外周から同間隔で放射状に囲む第2の電極53a、53bにもバイアス用高周波エネルギーを印加することが可能なので、各高周波エネルギーの大きさ、振幅、位相、周波数などを調整することにより、処理容器2内に励起されるプラズマの状態を最適に制御することが可能である。

【0040】図7には、処理容器2の内部に、ガス供給手段20のガス吹き出し面の下方かつ載置台4の上方にたとえばシリコンまたはアルミニウムからなるメッシュ状の電極56が配置された実施例が示されている。この電極56には可変電源57が接続されており、適当な電流をこの電極56に流すことにより、処理容器2内に高周波アンテナ6の作用により形成された電界の分布を制御し、処理容器2内に所望の密度分布を有するプラズマを励起することが可能となる。

【0041】また図1に示す実施例においては、処理容器2の上面に石英ガラスなどの絶縁材5を介して高周波アンテナ6を配しているが、本発明はかかる実施例に限定されない。たとえば図8に示すように、処理容器2の側壁の一部を石英ガラスやセラミックスなどの絶縁材58から構成し、その絶縁材58の外壁面に第2の高周波アンテナ59を取り付けた構成を採用することも可能である。これらの第2の高周波アンテナ59は好ましくは同間隔で放射状に配置され、マッチング回路60を介して接続された高周波電源61より高周波エネルギーを印加することが可能のように構成されている。かかる構成により処理容器2の側壁部分からもプラズマを励起することが可能となるので、各アンテナに印加される高周波エネルギーを調整することにより、高密度で均一なプラズマを所望の密度分布で処理容器2内に発生させることが可能となり、より精度の高いプラズマ処理が可能となる。

【0042】また図9に示すように載置台4の一部を石英ガラスなどの絶縁材62から構成し、その下面に高周波アンテナ63を配し、マッチング回路67を介して接続された高周波電源68より高周波エネルギーを高周波アンテナ63に印加する構成とすることも可能である。かかる構成によって処理容器2の載置台4の下面からもプラズマを励起することが可能となるので、各アンテナに印加される高周波エネルギーを調整することにより、高密度で均一なプラズマを所望の密度分布で処理容器2内に発生させることが可能となり、より精度の高いプラズマ処理が可能となる。

【0043】また図10に示すように載置台4の上面周囲に配置されるフォーカスリングを石英ガラスやセラミックスなどの絶縁材69から構成し、その周囲に高周波アンテナ70を配し、その高周波アンテナ70にマッチング回路71を介して接続された高周波電源72より高

10

20

30

40

50



周波エネルギーを印加する構成とすることも可能である。かかる構成によって処理容器 2 の載置台 4 の周囲からもプラズマを励起することが可能となるので、各アンテナに印加される高周波エネルギーを調整することにより、高密度で均一なプラズマを所望の密度分布で処理容器 2 内に発生させることが可能となり、より精度の高いプラズマ処理が可能となる。

【0044】また LCD などの比較的大面積の被処理体をプラズマ処理する場合には、図 11 に示すように複数の高周波アンテナ 74a、74b、74c、75d を処理容器 2 の上面に配置された絶縁材 5 の外壁部に取り付け、それぞれの高周波アンテナにマッチング回路 75a、75b、75c、75d を介して接続された高周波電源 76a、76b、76c、76d より高周波エネルギーを印加する構成を採用することも可能である。かかる構成により、比較的大面積の被処理体を処理する大型の処理容器 2 であっても高密度で均一な高周波プラズマを励起することが可能となる。

【0045】また上記実施例においては、被処理体 W を載置台 4 の上面に載置して、処理容器 2 の上面に配置された高周波アンテナ 6 によりプラズマを励起する構成を採用しているが、本発明はかかる構成に限定されない。たとえば、図 12 に示すようなフェイスダウン方式を採用することも可能である。この装置構成は、図 1 に示す処理装置の各構成要素をほぼ天地逆転して配置したものであり、図 1 に示す各構成要素と同一の機能を有するものについては同一の参照番号を付するとともに、図 1 の構成要素と識別するために「'」を付して示すことにする。ただし図 12 に示すフェイスダウン方式の装置の場合には、被処理体 W を下方から支持するための上下動可能な支持機構 76 および被処理体 W を静電チャック 12 より外すための上下動可能なブッシャーピン機構 77 を設けることが好ましい。かかる構成を採用することにより、被処理体 W の処理面を微粒子などの汚染から保護することが可能なので、歩留まりおよびスループットのより一層の向上を図ることができる。

【0046】あるいは図 13 に示すように、略円筒形状の処理容器 2' を垂直方向に配置し、その両面に絶縁材 5' を配し、各絶縁材 5' の外壁面にそれぞれ高周波アンテナ 6' を取り付ける構成とし、処理容器 2' の中央に略垂直に配置された載置台 4' の両面に静電チャック 12' を介して被処理体 W を吸着固定する構成を採用することも可能である。なお図 13 に示す装置の各構成要素は、図 1 に示す処理装置の各構成要素とほぼ同様のものであり、図 1 に示す各構成要素と同一の機能を有するものについては同一の参照番号を付するとともに、図 1 の構成要素と識別するために「'」を付して示すことにする。かかる構成を採用することにより、複数の被処理体 W を同時に処理することが可能となるとともに、被処理体 W の被処理面が垂直に配されるので、被処理面が微

粒子などの汚染から保護され、歩留まりおよびスループットのより一層の向上を図ることができる。

【0047】図 14 には、本発明に基づくプラズマ処理装置のさらに別の実施例が示されている。この実施例においては、サセプタ 4 が処理容器 2 の壁面とは完全に別体として、すなわち上下動可能な昇降機構 78 の上に載置され、サセプタ 4 に冷熱源や伝熱ガスを供給する管路または各種電氣的回線はこの昇降機構 78 の内部に配置されている。かかる構成を採用することにより、サセプタ 4 の被処理面をプラズマ発生源である高周波アンテナ 6 に対して上下動させ調整することにより、最適なプラズマ密度分布を有する空間に被処理面を移動させて処理を行うことが可能となる。

【0048】以上本発明の好適な実施例について、プラズマエッチング装置を例に挙げて説明したが、本発明はかかる実施例に限定されることなく、プラズマ CVD 装置、プラズマアッシング装置、プラズマスパッタ装置などの他のプラズマ処理装置にも適用することが可能であり、被処理体についても半導体ウェハに限らず LCD 基板その他の被処理体にも適用することが可能である。

【0049】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の第 1 の観点によれば、処理装置からのフィードバック信号あるいは予め設定された値に基づいて、高周波アンテナに高周波エネルギーが間歇的に供給されるので、プラズマの拡散が生じにくく、被処理体の処理面にプラズマ流を集中させることが可能である。またプラズマ停止時に反応生成物の排気が促進されるので、プラズマ処理の効率を高めることができる。

【0050】また本発明の第 2 の観点によれば、観測窓を介して処理室内から発生する発光スペクトルと同時に短波長成分も観測するので、短波長成分の変動に応じて、観測窓の透過性の劣化を知ることが可能となり、その劣化の程度に応じて発光スペクトル信号を補正することができるので、より正確なフィードバック信号を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に基づいて構成されたプラズマ処理装置をエッチング装置に適用した一実施例の概略的な断面図である。

【図 2】図 1 に示すプラズマ処理装置を組み込んだ製造システムの構成図である。

【図 3】図 1 の処理装置に適用可能な高周波アンテナ部分の一実施例を示す平面図である。

【図 4】図 1 の処理装置に適用可能な高周波アンテナ部分の他の実施例を示す平面図である。

【図 5】さらに別の構成の高周波アンテナを取り付けた処理装置の実施例を示す概略的な断面図である。

【図 6】処理容器内に第 2 の電極を取り付けた処理装置の実施例を示す概略的な断面図である。

13

14

【図 7】処理容器内に第 2 の電極を取り付けた処理装置の他の実施例を示す概略的な断面図である。

【図 8】処理容器の側壁に第 2 の高周波アンテナを取り付けた処理装置の実施例を示す概略的な断面図である。

【図 9】処理容器の載置台内に第 2 の高周波アンテナを取り付けた処理装置の実施例を示す概略的な断面図である。

【図 10】処理容器の載置台のフォーカスリングの周囲に第 2 の高周波アンテナを取り付けた処理装置の実施例を示す概略的な断面図である。

【図 11】処理容器の絶縁材の外壁面に複数の高周波アンテナを配した処理装置の実施例を示す概略的な断面図である。

【図 12】フェイスダウン方式処理装置の実施例を示す概略的な断面図である。

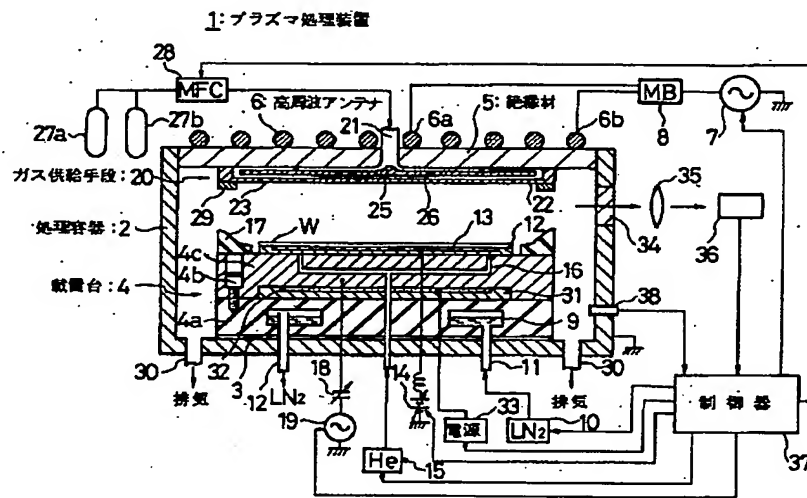
【図 13】被処理体を垂直に配した処理装置の実施例を示す概略的な断面図である。

\* 【図 14】載置台を処理容器と別体に構成した処理装置の実施例を示す概略的な断面図である。

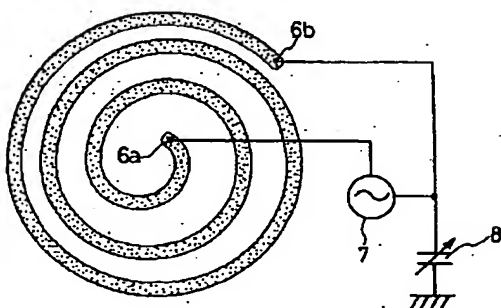
【符号の説明】

- |      |          |         |
|------|----------|---------|
| 1    | プラズマ処理装置 |         |
| 2    | 処理容器     |         |
| 4    | 載置台      |         |
| 5    | 絶縁材      |         |
| 6    | 高周波アンテナ  |         |
| 7    | 高周波電源    |         |
| 10   | 8        | マッチング回路 |
| 20   | ガス供給手段   |         |
| 34   | 透過窓      |         |
| 36 a | 光学センサ    |         |
| 36 b | 短波長センサ   |         |
| 37   | 制御器      |         |
| 38   | 圧力センサ    |         |
| *    | W        | 半導体ウェハ  |

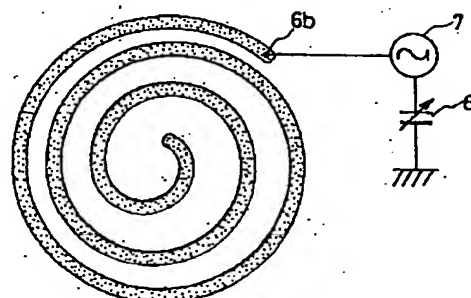
【図 1】



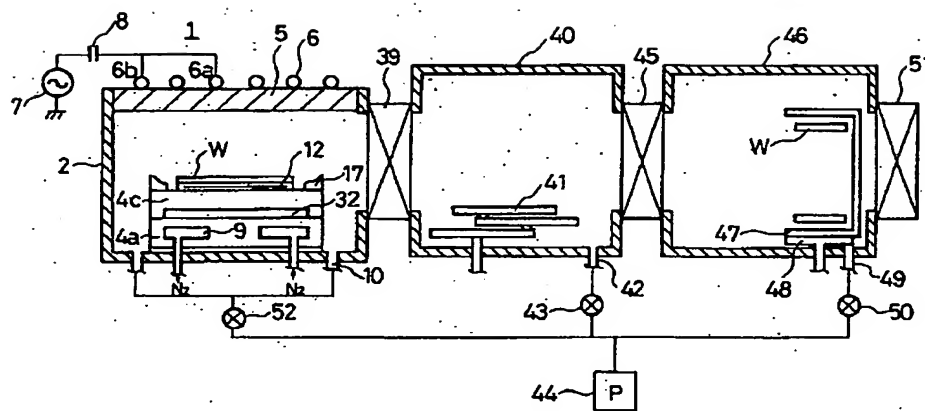
【図 3】



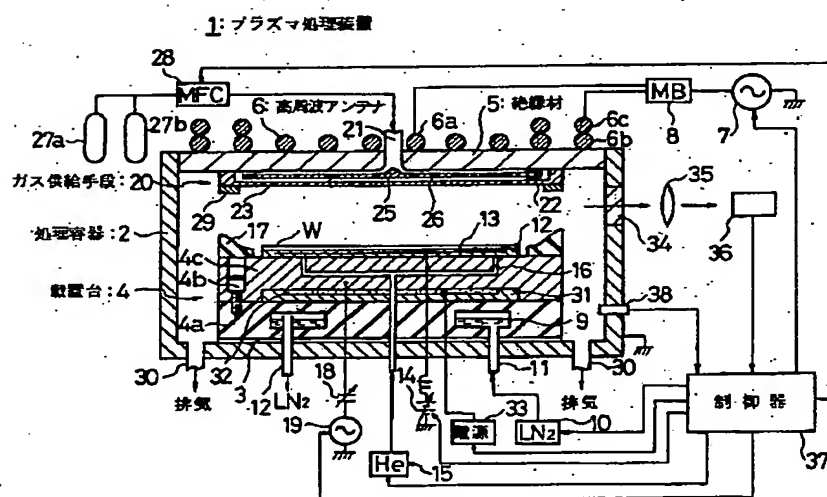
【図 4】



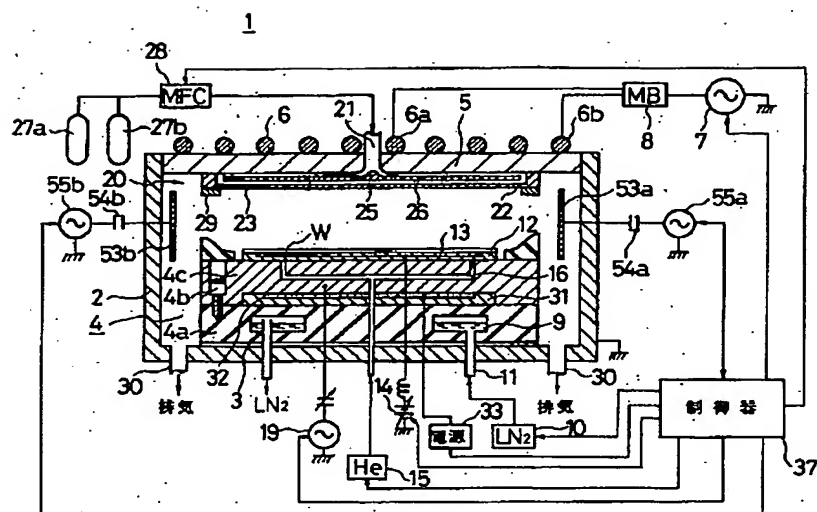
【図 2】



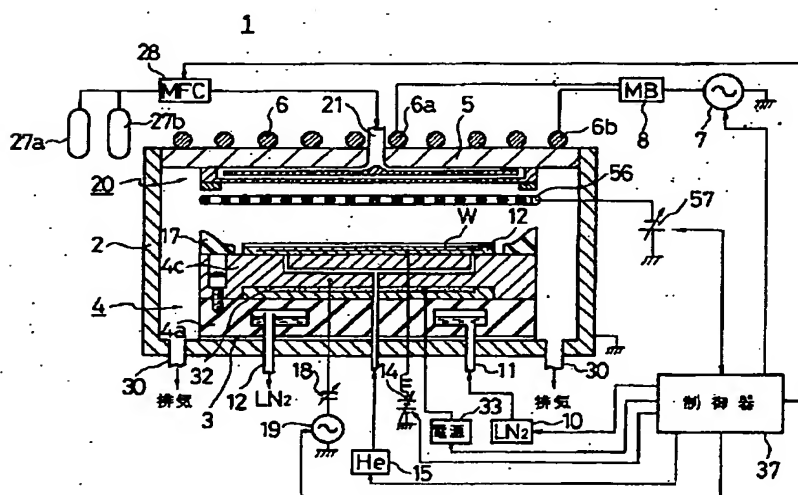
【図 5】



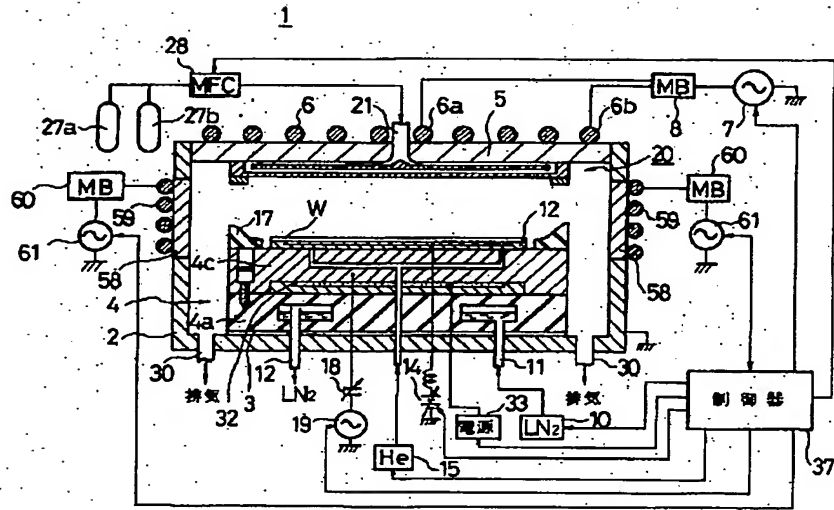
【図6】



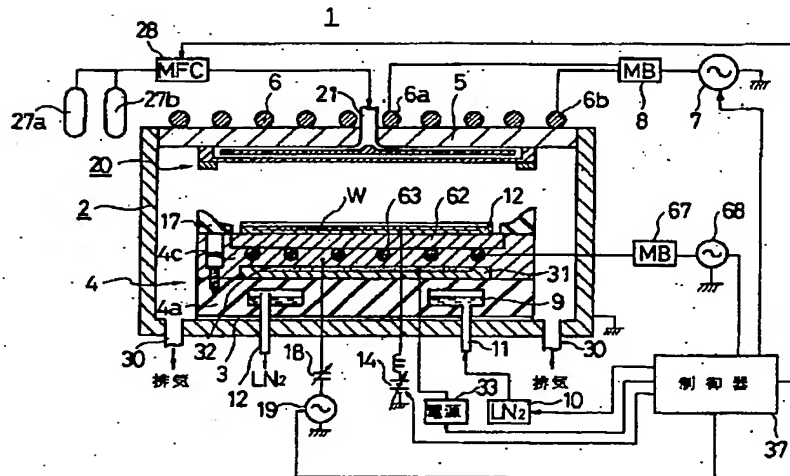
【図7】



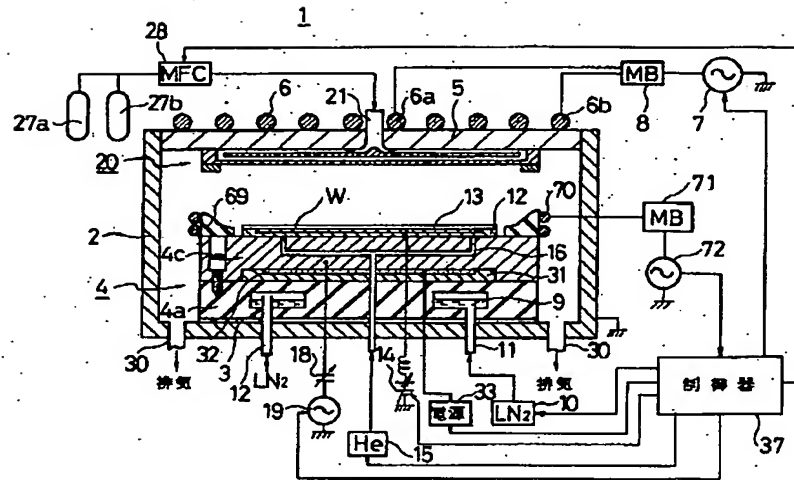
【図8】



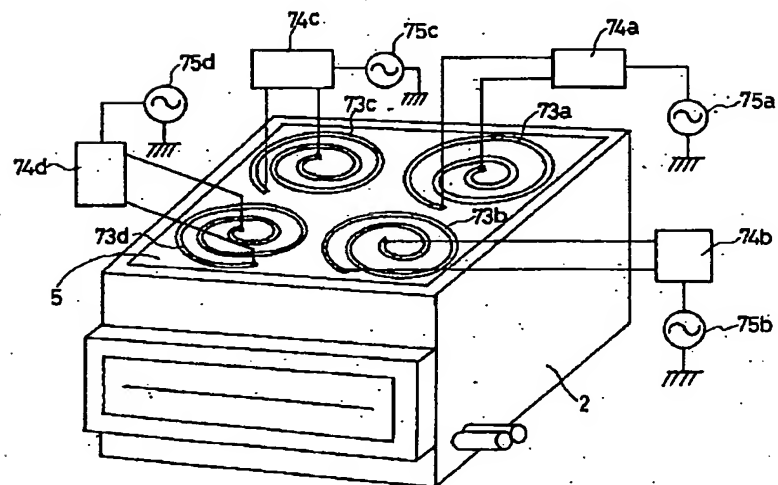
【図9】



【図10】

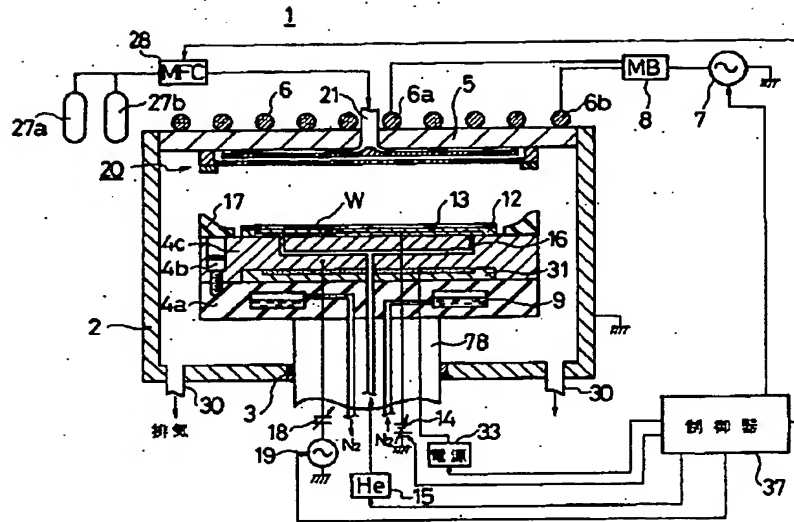


【図11】





【図 14】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

C 2 3 F 4/00

H 0 1 L 21/203

21/205

21/3065

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

C 8417-4K

S 8122-4M

H 0 1 L 21/302

A